

Aus der Poliklinik für Zahnerhaltungskunde
(Direktor: Prof. Dr. Dr. W. Ketterl)
der Klinik für Zahn-, Mund- und Kieferkrankheiten
der Johannes Gutenberg-Universität Mainz

**Tierexperimentelle Untersuchung über die
Beeinflussung des Kariesbefalls
durch Chlorhexidin**

Inaugural-Dissertation
zur Erlangung der Würde eines Doktors
der Zahnheilkunde der Hohen Medizinischen
Fakultät der Johannes Gutenberg-Universität
Mainz

vorgelegt von
Werner Müller
aus Roßlau

Mainz 1972

1973

Aus der Poliklinik für Zahnerhaltungskunde
(Direktor: Prof. Dr. Dr. W. Ketterl)
der Klinik für Zahn-, Mund- und Kieferkrankheiten
der Johannes Gutenberg-Universität Mainz

TIEREXPERIMENTELLE UNTERSUCHUNG ÜBER DIE
BEEINFLUSSUNG DES KARIESBEFALLS DURCH
CHLORHEXIDIN

Inaugural-Dissertation
zur Erlangung der Würde eines Doktors
der Zahnheilkunde der Hohen Medizinischen
Fakultät der Johannes Gutenberg-Universität
Mainz

vorgelegt von
Werner Müller
aus Roßlau

Mainz 1972

Fachbereichsdekan: Professor Dr. Dr. W. Ketterl

Referent : Professor Dr. Dr. W. Ketterl

Korreferent : Professor Dr. K. Fuhr

Tag der mündlichen

Prüfung: 14. November 1973



Meinen Eltern und meiner Frau gewidmet



Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA41554415_0028

Inhaltsverzeichnis

I. Einleitung

II. Möglichkeiten der Kariesprophylaxe

- II.1. Zahnmorphologie
- II.2. Ernährungsmaßnahmen
- II.3. Mundhygiene
- II.4. Kariesprophylaxe durch Fluor
 - II.4.1. Trinkwasserfluoridierung
 - II.4.2. Kochsalzfluoridierung
 - II.4.3. Milchfluoridierung
 - II.4.4. Fluoridhaltige Tabletten
 - II.4.5. Die lokale Applikation
 - II.4.6. Fluoridhaltige Zahnpflegemittel

III. Struktur und Anwendung von Chlorhexidin

IV. Probleme der Anwendung desinfizierender Substanzen zur Kariesprophylaxe

V. Schrifttumsübersicht über Anwendung von Chlorhexidin in der Mundhöhle

- V.1. Wirkungen von Chlorhexidin
- V.2. Nebenwirkungen von Chlorhexidin
- V.3. Zusammenfassung

VI. Material und Methode

VI.1. Auswahl des Tiermaterials und Versuchsdauer

VI.2. Tierhaltung

VI.3. Gruppeneinteilung und Versuchsanordnung

VI.4. Anatomie der Rattenzähne

VI.5. Herstellung der Präparate

VI.6. Auswertung

VII. Ergebnisse und statistische Auswertung

VIII. Diskussion der Ergebnisse

IX. Zusammenfassung

X. Literaturverzeichnis

XI. Anhang: Tabelle

I. Einleitung

Für die Zahn-, Mund- und Kieferheilkunde stellt die Kariesprophylaxe ein zentrales Problem dar. Neben der gesundheitlichen Bedeutung der hohen Kariesmorbidity der Bevölkerung ergeben sich daraus auch volkswirtschaftliche und berufsständische Probleme. Der zunehmende Aufwand für Maßnahmen der Prophylaxe erfordert einen ständig steigenden finanziellen Aufwand. Andererseits steht einem großen Behandlungsbedarf die Nachwuchssituation des zahnärztlichen Berufsstandes entgegen.

Vom ärztlichen Standpunkt ist die Verhütung einer Krankheit die wichtigere Aufgabe als ihre Behandlung.

"Das Ziel der Kariesprophylaxe ist es, das Gebiß möglichst weitgehend vor kariösem Angriff und kariöser Zerstörung zu bewahren und damit vitale Zähne, ein gesundes Parodont und volle Kaufähigkeit zu erhalten" (39).

Im Rahmen dieser Arbeit soll überprüft werden, ob das Desinfiziens C h l o r h e x i d i n d i a - c e t a t im kurzfristigen Tierexperiment den Kariesbefall und Kariesverlauf zu beeinflussen imstande ist.

2. Hemmung der Belagbildung

In den Bakterienplaques entstehen Stoffwechselprodukte, die letztlich zur Entkalkung des Zahnes führen. Durch eine Hemmung der Belagbildung kann keine kariesauslösende Säurebildung einsetzen.

3. Beeinflussung des Bakterienwachstums und Hemmung ihres Stoffwechsels

Zur Kariesgenese tragen alle säureproduzierende Mikroorganismen bei. Wenn ihre Stoffwechselprodukte gehemmt oder zu CO_2 und H_2 abgebaut werden, kommt es zu keiner Karies.

4. Beeinflussung der Zähne

Durch Erhöhung der Widerstandskraft der Zahnhartsubstanzen kann eine Karies verhütet werden.

Es steht fest, daß eine völlige Eliminierung der Mikroorganismen in der Mundhöhle sowie der vollständige Entzug der Kohlenhydrate aus der Nahrung nicht praktikabel ist. Außerdem wird der Zahn in seiner Mineralisation niemals so zu beeinflussen sein, daß auch optimal mineralisierte Zähne nicht gegen Karies immun sind.

Die Durchführung der Kariesprophylaxe kann durch individuelle und kollektive Maßnahmen durchgeführt werden. Individuelle Maßnahmen sind entweder durch den Zahnarzt sowie durch

dessen Hilfspersonal oder durch den Patienten selber durchführbar. Hauptsächlich angewandt werden: Diätetische Maßnahmen, Zahnpflegemittel, lokale Applikationen, Touchierungen, Versiegelungen.

Unter kollektiven Maßnahmen sind Maßnahmen zu verstehen, die eine maximale Breitenwirkung haben bei relativ geringem Aufwand. Dazu gehören: Trinkwasserfluoridierungen, Kochsalzfluoridierungen, Milchfluoridierungen, fluoridierte Tabletten.

II.1. Zahnmorphologie

Kariesprophylaktisch wirkt die Umformung gewisser Prädilektionsstellen, bedingt durch die Morphologie der Zähne. Zu diesen Maßnahmen gehört in erster Linie das Ausschleifen trichter- und ampullenförmiger Fissuren der ersten und zweiten Molaren mit anschließender lokaler Fluoridierung (Refluoridierung). Spaltförmige Fissuren sollen dagegen nicht ausgeschliffen werden. Auch die Umgestaltung der Randwülste kann eine Maßnahme in diesem Sinne sein. Verhütung oder Beseitigung eines Engstandes wirkt sich hinsichtlich der Prophylaxe günstig aus.

II.2. Ernährungsmaßnahmen

Vor dem Zahndurchbruch genügt hinsichtlich der Prophylaxe eine ausgeglichene, richtig zusammengesetzte Nahrung, um den in Entwicklung befindlichen Organismus mit ausreichenden Grundnährstoffen, Vitaminen und Spurenelementen zu versorgen.

Der Foet und seine Zähne sind durch Priorität gegenüber den anderen Organen in der Zuführung der Nährstoffe gekennzeichnet.

Nach dem Zahndurchbruch spielen in der Karies-ätiologie die niedermolekularen Kohlenhydrate insbesondere die Disaccharide eine bedeutende Rolle (55, 61). Unter den Disacchariden wird die Saccharose mit dem geringsten Energieaufwand metabolisiert. Die Kohlenhydrate bleiben in den Retentionsstellen haften, werden in den Plaques mit Hilfe von Streptokokken intrazellulär als IPS gespeichert und dann im Bedarfsfall wieder abgebaut.

Käse und Fette dagegen wirken günstiger (40).

Die VIPEHOLM-STUDIE (24) zeigt signifikant, je öfter und je länger Zucker lokal zur Vergärung an der Zannoberfläche zur Verfügung steht, desto mehr kariöse Läsionen entstehen.

Daraus leitet sich die wichtigste Ernährungsregel zur Kariesprophylaxe ab:

1. Einschränkung des Zuckerkonsums
2. Zwischenmahlzeiten ohne Zucker

Prophylaktisch wichtig ist es, Kohlenhydrate nur zu den Hauptmahlzeiten aufzunehmen und die Zähne nach jedem Essen sorgfältig zu reinigen.

Für die Zukunft scheint die Entwicklung von Zuckerersatzstoffen (Saccharin, Cyclamat), Zuckeraustauschstoffen (Sorbit, Lycasin) und Zuckerzusatzstoffen (Calcium-Saccharose-Phosphat) für die Kariesprophylaxe von großer Bedeutung zu sein.

II.3. Mundhygiene

Die Mundhygiene ist ein wichtiger Teil der individuellen Kariesprophylaxe. Nach COLMAN (12) kann "ein sauberer Zahn niemals kariös werden".

Sinn der Mundhygiene ist es, neben der Hemmung der Belagbildung eine Änderung bzw. Verhinderung der Mikroflora und die Entfernung bzw. Neutralisation der mikrobiologischen Stoffwechselprodukte zu bewirken. Sie ergänzt die natürliche Reinigung.

Vor allem nach jeder Mahlzeit sollen bakterienhaltige Plaques mechanisch entfernt werden, da der

säureangriff auf den Zahn unmittelbar nach jeder Nahrungsaufnahme in den Plaques erfolgt.

Der kariesprophylaktische Wert des Zähneputzens wird dadurch eingeschränkt, daß trotz bester Technik die Entfernung der Plaques in den Interdentalräumen und in tiefen Fissuren nicht restlos erfolgen kann.

Durch Färbung mit alkoholischer Fuchsinlösung ist es möglich, den Patienten individuell Plaqueanhäufungen zu zeigen, um eine gezielte Prophylaxe durchführen zu können.

II.4. Kariesprophylaxe durch Fluor

Alle klinische Untersuchungen mit Fluor haben gezeigt, daß die Kariesresistenz um so größer ist, je früher dem Zahn Fluor zugeführt wird.

Nach MÜHLEMANN und MARTHALER (58) lassen sich drei Entwicklungsphasen nennen, in denen die Fluoreinlagerung stattfinden kann:

1. Phase: Während der Bildung der organischen Matrix und der unmittelbar darauf folgenden primären Mineralisation erreicht der Schmelz lediglich einen geringen Fluorgehalt, der dem Angebot an Fluor nur teilweise proportional ist.

2. Phase: Reicht von der Erschöpfung der Adamantoblastentätigkeit bis zum Durchbruch der Zähne (präeruptive Reifungsmineralisation). Auf endogenem Wege wird über die Interstitialflüssigkeit Fluor im Schmelz angereichert. Es besteht eine weitgehende Proportionalität zwischen Fluorangebot und -einlagerung. Der Fluorgehalt nimmt in der Tiefe zur Schmelz-Dentin-Grenze stark ab (nur wenige 100 u).
3. Phase: Umfaßt die posteruptive Reifungsphase, in der sowohl direkt durch lokale Applikation als auch auf enteralem Wege durch perorale Verabreichungen Fluor zugeführt werden kann.

SYRRIST (72) stellte dazu fest: "Es ist immer noch möglich, relativ spät nach dem Zahndurchbruch durch Applikation von Fluor, einen kariesprophylaktischen Schutz zu erreichen". Nur durch eine regelmäßig fortgesetzte Zufuhr können Fluoride kariesprophylaktisch dauernd wirksam bleiben. Außerdem wirken häufige lokale Anwendungen von kleinen Fluorkonzentrationen besser als seltene mit stark konzentrierten Lösungen (73).

Nach den heutigen Kenntnissen bewirkt die Fluoreinlagerung folgendes:

1. Reduzierung der Säurelöslichkeit

Die Zahnhartsubstanz wird durch chemische Um-

struktuiierung vom ursprünglichen Hydroxylapatit zu Hydroxylfluorapatit gegenüber Säureangriffen widerstandsfähiger gemacht. Der Hydroxylfluorapatit zeichnet sich durch ein stabileres Kristallgitter aus (62, 8).

2. Remineralisationswirkung

Fluor beschleunigt durch Wiedereinlagerung von Kalziumionen die Remineralisation, die bei Nachlassen der Säureproduktion einsetzt (26, 33). Nach BRUDEVOLD (7) wird durch die Fluorionen die Repräzipitation begünstigt, während ohne Fluorionen unstabilere Kalzium-Phosphate ausgefällt werden.

3. Enzymatische Wirkung

Fluor hemmt möglicherweise in den Plaquesbakterien die Enolase und Phosphoglukomutase (11, 30) sowie ihre Fähigkeit zur Polysaccharidspeicherung (27). Vermutlich wird nach KABACK (29) schon der Glukose-Transport durch die Zellmembran der azidogenen Mikroorganismen gestört.

Um kariesprotektive Wirkung zu erreichen, müssen die oberflächlichen Schmelzschichten etwa 1000 ppm Fluor enthalten. Diese Schwelle soll zur Zeit des Zahndurchbruches erreicht sein. Da die Fluoreinlagerung reversibel ist, muß durch dauernde Zufuhr diese Schwelle erhalten bleiben.

Die bei enteraler Verabreichung physiologisch tragbare Fluordosis, die bei einer ausreichend karieshemmenden Wirkung keine gesundheitsschädigenden Fol-

gen hat, beträgt 1 mg Fluor pro 1 Liter Wasser. Höhere Dosen von 7 bis 10 mg pro Liter Wasser wirken toxisch und führen zu "mottled teeth" (4) durch Beeinflussung der Adamantoblastentätigkeit, der organischen Schmelzmatrix und der Mineralisation.

Bei einer durchschnittlichen täglichen Fluoraufnahme von 0,5 mg durch die Nahrung plus einer künstlichen Fluoraufnahme von 1 mg Fluor in Form von Trinkwasser, Milch, Salz oder Tabletten wird die optimale kariesprophylaktische Fluormenge erreicht (37).

II.4.1. Trinkwasserfluoridierung (TWF)

Zu den kollektiven Maßnahmen der Kariesprophylaxe gehört die TWF. Sie wird als natürlichste, wirksamste und erprobteste Maßnahme angesehen. Wegen rechtlicher und sozialer Probleme sowie hoher technischer Investitionskosten hat sie sich in der BRD bisher nicht durchsetzen können.

Die Ergebnisse vieler Großversuche haben gezeigt, daß der Kariesbefall durch die TWF entscheidend reduziert wird (16, 42, 51, 34).

II.4.2. Kochsalzfluoridierung

WESPI (75) und MARTHALER (52) sowie TOOTH (74)

untersuchten die Fluoridierung des Tafelsalzes als weitere Methode zur Kariesprophylaxe.

MARTHALER und SCHENARDI (53) fanden bei acht- bis zehnjährigen Kindern über eine Versuchsdauer von 5 1/2 Jahren eine Kariesreduktion von 30%.

Die Salzfluoridierung kann auch dort angewendet werden, wo die TWF technisch undurchführbar ist; sie ist die billigste Form der Massenprophylaxe. Leider werden durch diese Form der Prophylaxe jene Altersklassen nicht betroffen, die eine Fluorzufuhr primär nötig haben (Säuglinge, Kleinkinder).

II.4.3. Milchfluoridierung

Um die Zuführung des Fluors frühzeitig erfolgen zu lassen, benutzte man die Milch als Trägersubstanz. In der Stadt Winterthur konnte nach zehnjährigen klinischen Versuchen an Schulkindern eine Kariesreduktion von 47% festgestellt werden (76). Weder geschmacklich noch chemisch wird die Milch durch Fluorzusatz beeinflusst (77).

II.4.4. Fluoridhaltige Tabletten

Die Vorteile der fluoridhaltigen Tabletten sind: individuelle und genaue Dosiermöglichkeit, lokale und interne Wirkung sowie die Möglichkeit einer

kontrollierbaren Verteilung in Schulen und Kindergärten.

SCHÜTZEMANNISKY (69) vertritt die Auffassung, daß eine bei der Einschulung beginnende und vier Jahre lang gewissenhaft durchgeführte perorale Fluortherapie es ermöglicht, den kariösen Neubefall im bleibenden Gebiß um ein Viertel zu reduzieren.

II.4.5. Die lokale Applikation

Die lokale Applikation von Fluoridlösungen ist eine ausgezeichnete Ergänzungs- und Kombinationsmethode für die oben aufgeführten Formen der Prophylaxe. Zur "topical application" stehen Fluoridlösungen, -lacke und -pasten zur Verfügung. Besonders die organischen Fluoride eignen sich zur lokalen Fluorapplikation, weil sie eine hohe Haftfähigkeit aufweisen (57). Einen Erfolg für die Dauer eines Jahres verspricht eine einmalige Behandlung mit einer 8%igen Zinnfluoridlösung (20). HEUSER und SCHMIDT (25) haben mit Langzeittouchierungen in Form von Fluorlack gute Ergebnisse erzielt.

II.4.6. Fluoridhaltige Zahnpflegemittel

Die Zahnpflege mit fluoridhaltigen Pasten ergibt

nicht die guten Ergebnisse anderer Methoden wie zum Beispiel die TWF. Gründe sind die niedrigen Fluoridkonzentrationen und die kurze Kontaktzeit. Trotzdem sind sie ein Fortschritt.

MÜHLEMAN (59) berichtet über eine 57%ige Kariesreduktion bei dreimaligem kontrollierten Putzen mit einer aminfluoridhaltigen Paste. Die Ergebnisse in unkontrollierten Versuchen können diese guten Ergebnisse nicht bestätigen (54).

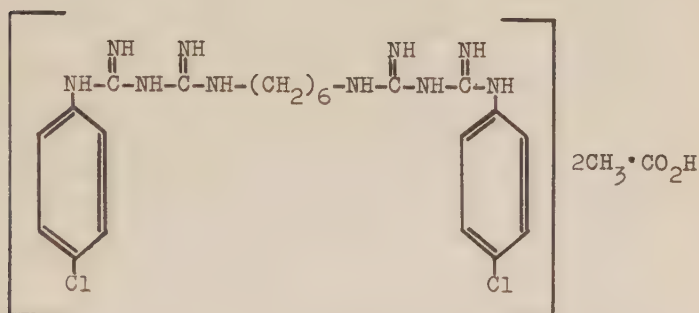
Als Kombinationsmittel mit der präeruptiven Fluoridierung oder mit der posteruptiven Pinselung ist die Anwendung von fluorierten Zahnpflegemitteln empfehlenswert.

Das Ziel in der Zukunft hinsichtlich der Kariesprophylaxe wird es sein, entweder die schon erwähnten Möglichkeiten der Prophylaxe zu realisieren oder neue Wege zu suchen, wie sie von KÖNIG (40) vorgeschlagen werden:

1. Neutralisation der Stoffwechselprodukte
2. Änderung der Keimzahl der Mikroflora in der Mundhöhle
3. Möglichkeit der Anwendung von Antibiotika
4. Abbau von Kohlenhydraten zu CO_2 und H_2
5. Hemmung der Synthese von Plaques.

III. Struktur und Anwendung von Chlorhexidin

Chlorhexidin wird als Desinfiziens verwendet und gehört zur Gruppe der chlorierten Phenole (41). Chlorhexidindiaceat ist ein 1,6- di(N-p-chloro-phenyldiguanido) hexan von der Formel



In der Medizin findet Chlorhexidin bei der Behandlung von Brandwunden (23) und bei Augeninfektionen (22) Verwendung. Auch bei der Behandlung und Prophylaxe von Infektionen der Harnblase mit sonst resistenten Keimen hat sich Chlorhexidin bewährt (68).

In der Zahnmedizin wurde Chlorhexidin zur Sterilisation von Wurzelkanälen (1) und zur Desinfektion von Mundschleimhäuten vor chirurgischen Operationen benutzt (2).

IV. Probleme der Anwendung desinfizierender Substanzen zur Kariesprophylaxe

Der Gebrauch von Wirkstoffen, die zur Reduktion oder Wachstumshemmung einer oder mehrerer Arten der oralen Mikroflora führen, ist nicht neu.

Schon MILLER (in 40) hat Phenol zur Verringerung der Keimzahlen im Munde eingesetzt, um damit einen Weg zur Bekämpfung der Karies zu finden.

Neuerdings wurde versucht, durch Einsatz von Antibiotika eine Kariesreduktion zu erzielen. Der Wert dieser Maßnahmen wird sehr unterschiedlich beurteilt. Antibiotika können wegen allgemeiner Nebenwirkungen nur kurzzeitig eingesetzt werden.

FISCHER (19) ist der Auffassung, daß Munddesinfizienzien die Mundflora zwar schädigen, aber die Bakterienzahl und -arten nicht vermindern können.

KLIEWE (in 19) konnte beobachten, daß nach Gebrauch von Desinfektionsmitteln die Bakterienzahl zwar für eine kurze Zeit abnahm, nach Absetzen des Wirkstoffes jedoch die gleichen Keime noch stärker auftraten als vor der Behandlung. LAMMERS (43) verneint die Anwendung von Desinfektionsmitteln zur Kariesreduzierung nicht, betont aber, daß keine Desinfektionsmittel mit allgemeiner Breitenwirkung, sondern

ein spezifisches Mittel gegen die kariesfördernden Bakterien entwickelt und eingesetzt werden sollte.

Der folgeschwerste Nachteil einer derartigen Kariesprophylaxe scheint eine Störung der Symbiose oder Antibiose der Mundhöhlenflora zu sein. Zu der Dauerflora des cavum oris zählen ungefähr siebenzig verschiedene Bakterienarten, die in verschiedenen Konzentrationen zu finden sind. Eine der wesentlichen Aufgaben der Mundflora besteht in der Infektionsabwehr.

"Das ökologische System der Mundhöhle, in dem das Zusammenspiel einer Vielzahl von Faktoren über Gesunderhaltung oder Zerstörung des Gebisses entscheidet, besteht aus der M u n d h ö h l e a l s d e r B i o s p h ä r e mit biotischen und abiotischen (chemischen, physikalischen und mechanischen) Faktoren, und aus M i k r o p o p u l a t i o n e n , die in über die ganze Mundhöhle verteilten Mikrobiosphären in die Makrobiosphäre "Mundhöhle" eingebettet sind" (40). SANTO (19) spricht von einer echten Symbiose, einer schützenden, ernährenden Funktion auf der einen und abwehrenden Form auf der anderen Seite. Dagegen hält FISCHER (19) die Bakterien für sekundäre Schmarotzer. Ob

die Mikroorganismen parasitär sind, oder ob das Verhältnis zum Wirtsorganismus als Symbiose bezeichnet werden kann, ist ungeklärt. MC. DONALD (17) hat deshalb die Beziehung zwischen Mikroorganismen und Wirt als Kommensalismus bezeichnet.

Neuere Erkenntnisse über Entwicklung, Struktur und chemische Zusammensetzung von Plaques zeigen, daß sie hauptsächlich aus Bakterien und der von diesen produzierten intermikrobiellen Substanz (aufgebaut aus Proteinen und extrazellulären Polysacchariden) bestehen (47, 48, 18).

Die Plaques bauen sich vom Zahnfleischrand her auf (3) und verhindern den Kontakt zwischen Zahn und Zahnumgebung, also die Neutralisation und die Remineralisation. Die Plaque-Mikroorganismen stammen aus der Mundhöhle (48, 10). Wenn es gelingt, die Mundflora bis zu einem Ausmaß zu reduzieren, bei dem eine Ansiedlung von Bakterien auf dem Zahn unterbleibt, wäre eine Kontrolle oder Verhütung der Plaquebildung denkbar. Die Plaquebildung soll von jenen Mikroorganismen (Streptokokken) ausgehen, die in der Lage sind, extrazelluläre Polysaccharide zu synthetisieren (5, 13, 40, 64).

Die kariesauslösende Säurebildung ist an die Plaques gebunden und bleibt aus, wenn die Zähne von Belag frei sind.

V. Schrifttumsübersicht über Anwendung von Chlorhexidin in der Mundhöhle

Das Einsetzen antibakterieller Substanzen kann in Zukunft ein interessanter Aspekt der präventiven Zahnmedizin sein.

V.1. Wirkungen von Chlorhexidin

Ebenso wie SCHROEDER (68) konnten LÖE und SCHIØTT (49) mit Hilfe zweier täglicher Mundspülungen mit 0,2%igem Chlorhexidin Zahnsteinbildung verhindern. LÖE und Mitarbeiter (46, 48, 49) konnten nachweisen, daß zwei tägliche Spülungen mit 0,2%igem Chlorhexidin die Plaquebildung und die Entstehung von Gingivitiden verhinderten. Auch schon vorhandene Plaqueansammlungen wurden mit Hilfe des antibakteriellen Wirkstoffes entfernt.

Nach Absetzen der Spülungen konnte nach 24 Stunden eine normale Plaqueentwicklung konstatiert werden. Bei fehlender mechanischer Reinigung genügten diese Spülungen nach Ansicht der Autoren nicht, die Plaquebildung in allen Bereichen, besonders auch Interdentalraum der Seitenzähne zu verhindern. Auch durch lokale Applikation einer 2%igen Chlorhexidinlösung, täglich einmal angewandt, konnte das Auftreten von Plaques völlig verhindert werden (49).

Es ist noch ungeklärt, ob diese Tatsache der höheren Konzentration zuzuschreiben ist, oder ob während der lokalen Applikation mehr Chlorhexidinmoleküle in den Schmelz als Reservoir für eine spätere Freigabe eingebaut werden.

Jedenfalls scheint kein anderes bisher getestetes Desinfektionsmittel die Plaquebildung im gleichen Ausmaß zu verhindern (21).

Chlorhexidin ist aktiv gegenüber gram-positive und gram-negative Organismen. Dagegen sind Proteus- und Pseudomonas-Spezies sowie säurefeste Bazillen und Sporenbakterien gegenüber Chlorhexidin weniger empfindlich (6).

RINDOM und Mitarbeiter (65) wiesen eine Verringerung der Mikroorganismen im Speichel nach Mundspülungen mit Chlorhexidin nach. Ohne Mundhygiene stellte sich eine Zunahme der Bakterienzahl von 300% ein, während man durch zwei tägliche Chlorhexidin-Spülungen die Zahl der Anaerobier und Aerobier nach 24 Stunden um 85%, nach fünf Tagen sogar um 95% reduzieren konnte. Auffällig war die Tatsache, daß nach fünfzehn Tagen Chlorhexidinbehandlung sich ein Gleichgewicht um 90% einpendelte.

Die Bakterienzahl stieg jedoch nach Absetzen der

Spülungen auf einen Stand, der dem ohne Mundhygiene (300%) entsprach.

V.2. Nebenwirkungen von Chlorhexidin

LÖE und Mitarbeiter (48) stellten fest, daß nach drei Wochen regelmäßiger Mundspülungen mit Chlorhexidin Zunge und Zähne häufig von einer dünnen, anscheinend homogenen, bräunlich-schwarzen und leicht entfernbaren Membran öligter Konsistenz umgeben war. Es konnte jedoch nicht festgestellt werden, ob eine Korrelation zwischen Membranbildung und Plaquebildung besteht (66).

Die Wirkung von Chlorhexidin auf tierische Gewebe scheint unbedeutend zu sein. DAVIS und Mitarbeiter (14, 15) vertreten die Ansicht, daß die Schädlichkeit von oral angewandtem Chlorhexidin gering ist. Zur gleichen Ansicht kamen LINDHE und Mitarbeiter (44), die nachweisen konnten, daß chronische Gingivitiden bei Hunden durch Chlorhexidin gebessert oder geheilt wurden. Die Tatsache, daß der Entzündungsgrad chronisch entzündeter Wunden allmählich abnahm und schließlich auf ein normales Maß zurückging, läßt annehmen, daß der therapeutische Wirkstoff nicht schädlich für die Gewebe ist. Auch LÖE (48) konnte keine schädlichen Nebenwir-

kungen bei Versuchen an Versuchspersonen feststellen, abgesehen vom bitteren Geschmack der Lösung.

LINDHE (45) untersuchte die Wirkung von lokal appliziertem Chlorhexidin auf die Mundschleimhaut des Hamsters. Er konnte dabei die Feststellung treffen, daß es bei intaktem Bindegewebe zu keinen Reaktionen kam, auch nicht nach längerer Applikation. Bei der Behandlung von wundem Bindegewebe dagegen kam es zu vaskulären Störungen.

Stark konzentrierte Lösungen sollen zu einer Reizung der Konjunktiva und zur Verletzung von Geweben führen (6).

V.3. Zusammenfassung

Das Verhindern der Plaquebildung durch Chlorhexidin kann das Ergebnis einer allgemeinen Abnahme der gesamten Mundflora (15) und Vernichtung der Plaquebakterien sein (48) und/oder kann durch das mit organischen oder anorganischen Bestandteilen der Zahnoberfläche reversibel reagierendes Chlorhexidin zustande kommen (6, 44, 48, 66).

Die Wirkung von Chlorhexidin in vitro besteht darin, daß der antibakterielle Wirkstoff reversibel

vom Hydroxylapatit und von Speichelmucinen absorbiert wird. 1 g Hydroxylapatit kann maximal 18 mmol Chlorhexidin binden. Der Einfluß von Temperatur und Zeit auf die Absorption zeigt eine hohe Affinität zwischen Chlorhexidin und Hydroxylapatit. Absorbiertes Chlorhexidin wird von den Zelloberflächen dann wieder freigesetzt, wenn die Konzentration dieser Substanz in der Umgebung abnimmt (66). Danach wäre eine Chlorhexidinspeicherung möglich. Phosphat- und Chloridionen sowie Mucine tragen schnell zur Eliminierung von Chlorhexidin bei. Dies ist auf die Bildung von Salzen geringer Wasserlöslichkeit zwischen Chlorhexidinionen und Chlorid- bzw. Phosphationen zurückzuführen (28). Bei Zugabe von Chlorhexidin in menschliches Plasma wurde eine starke Protein-Fällung beobachtet (28, 66). Dagegen wurde die Amylase-Wirkung des Speichels durch den antibakteriellen Wirkstoff nicht beeinflusst, das Lysozym wurde etwas reduziert (66).

Nach 24 Stunden konnte keine spürbare Wirkung mehr von Chlorhexidin festgestellt werden (49).

Aufgrund der angeführten Untersuchungen konnte festgestellt werden, daß Chlorhexidin die für die Kariesentstehung wichtige Plaquebildung verhindert. Daraus ist zu schließen, daß durch Chlorhexidin eine Kariesverhütung möglich ist.

VI. Material und Methode

VI.1. Auswahl des Tiermaterials und Versuchsdauer

Zum Versuch wurden 80 Osborne-Mendel Ratten im Alter von 21 Tagen $\pm$ 1 Tag verwendet. Sie stammten aus einer Koloniezucht der XIII. Generation, um möglichst gleiche Bedingungen, die durch die Erbanlagen bestimmt sind, zu erhalten.

Die Versuchsdauer erstreckte sich über 21 Tage. Damit wurde die Forderung von STELLING und GUSTAVSON (70) erfüllt. Nach ihnen muß die Experimentalzeit so gewählt werden, daß die Karies weit genug entwickelt ist, um sicher diagnostiziert werden zu können, auf der anderen Seite dürfen die Zerstörungen noch nicht so ausgedehnt sein, daß eine vergleichende Untersuchung verschiedener Gruppen unmöglich ist.

VI.2. Tierhaltung

Es wurden jeweils fünf Ratten in einem Käfig gehalten. Die Raumtemperatur betrug $23^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$, die Luftfeuchtigkeit $55\% \pm 5\%$.

Die Käfige (48 x 24 x 18) waren aus Eisenblech, oben offen, unten mit einem lockeren, aus Maschen- draht bestehenden Boden versehen. Die Kotentfer-

nung erfolgte durch den Käfigboden hindurch in darunter aufgehängte Kunststoffwannen, die sich durch ständige Wasserzufuhr automatisch reinigten. Dadurch war die Möglichkeit der Koprographie nicht gegeben (60, 38).

Vom ersten Tag des Versuches an erhielten die Ratten die kariesfördernde Stephanskost 580, die aus 66% Rohrzucker, 32% Magermilchpulver und 2% pulverisierte Schweinetrockenleber besteht.

Da die kariogene Kost nur trocken und fein pulverisiert optimal wirkt, wurden die Futternäpfe täglich gesäubert, um eine Klumpenbildung zu vermeiden.

Die automatische Trinkwasseranlage - ein Zapfen, der in den Käfig hineinragt - wurde täglich auf Funktion überprüft.

Eine Überprüfung der täglichen Futtermenge konnte nicht durchgeführt werden, da die Stephanskost von den Jungtieren nach Nahrungserhalt teilweise sofort aus dem Käfig herausgeworfen wurde, teils gemischt mit Urin am Käfig klebte.

Nach der Applikation der 2%igen Chlorhexidin-Lösung bzw. Aqua destillata wurde den Ratten für zwei Stunden Wasser und Futter entzogen, um die Einwirkzeit der Testsubstanzen nicht zu beeinflussen.

VI.3. Gruppeneinteilung und Versuchsanordnung

Die 80 Versuchstiere wurden in vier Gruppen à 20 nach Zufall aufgeteilt. Sie waren geschlechtlich gemischt, was nach KÖNIG und Mitarbeiter (35) im Hinblick auf die Kariesentstehung unberücksichtigt bleiben kann.

Gruppe 1 K o n t r o l l g r u p p e

Gruppe 2 P l a c e b o - G r u p p e ;
Aqua destillata täglich

Gruppe 3 W i r k s t o f f g r u p p e ;
2%ige Chlorhexidin-Lösung täglich

Gruppe 4 W i r k s t o f f g r u p p e ;
2%ige Chlorhexidin-Lösung jeden dritten
Tag

Die Ratten wurden mit Pikrinsäure markiert, um eine Verwechslung auszuschließen.

Die Ratten wurden am 1., 7., 14. und 21. Versuchstag gewogen. Die durchschnittlichen Gewichtswerte (vergleiche Tabelle I bis IV) zeigten bei allen Gruppen eine konstante Zunahme.

Die durchschnittlichen Gewichtszunahmen waren im Vergleich zu Ergebnissen früherer Untersuchungen

(Fa. Blendax) jedoch etwas geringer. Gründe hierfür wären einmal die Feststellung von POILEY (63), daß die Fertilität in den Monaten Dezember und Januar am niedrigsten ist, und damit der allgemeine Entwicklungsablauf trotz gleicher Homogenität des Erbgutes verschieden sein kann. Zum anderen führt KÖNIG (38) an, daß schlecht schmeckende und toxisch wirkende Testlösungen einmal die Körperaktivität und zum anderen den Appetit des Tieres so beeinflussen kann, daß auch der Kariesbefall und das Körpergewicht spezifisch verringert wird. Chlorhexidin ist eine Lösung mit bitterem Geschmack, doch wurde von LÖE und SCHIÖTT (48) festgestellt, daß Chlorhexidin bei Versuchen an Versuchspersonen keine schädlichen Nebenwirkungen gezeigt hat.

Die lokale Applikation der Chlorhexidin-Lösung und von Aqua destillata auf die Unterkiefermolaren wurde mittels eines Borstenpinsels (Pelikan Gr. 2 613K) vorgenommen. Von einem Praktikanten wurde die Ratte dabei auf dem Rücken fixiert, und mit Hilfe der Pinzettenbranchen wurde das cavum oris der Ratte offengehalten, während der zweite Praktikant die Applikation der entsprechenden Substanz 15 Sekunden lang pro Unterkieferhälfte vornahm.

Der Borstenpinsel wurde nach dem Bürsten einer Kie-

ferhälfte in Wasser gereinigt und dann auf Zellstoff trocken getupft, damit bei jedem Kieferquadranten eine gleichgroße Volumenmenge der Testflüssigkeiten gewährleistet war. Der Pinsel wurde nun wieder in die in einem Uhrgläschen befindlichen Flüssigkeit getaucht, so daß er sich maximal mit dieser aufsaugen konnte.

Die tägliche Reihenfolge der Behandlung wurde turnusmäßig innerhalb der Gruppen geändert.

"Die lokale Applikation hat den Vorteil, daß die Substanz in genau geregelten Abständen in weitgehend kontrollierbarer Dosierung angewendet werden kann, wobei der Kontakt mit den Zähnen ziemlich sicher gewährleistet ist" (38).

VI.4. Anatomie der Rattenzähne

Die Ratten sind Omnivoren. Ihre Bezahnung ist monophyodont. Die Kieferquadranten der Ratten bestehen aus einem Incisivus und drei Molaren. Für die Kariesdiagnostik sind nur die Unterkiefermolaren von Bedeutung, da einmal der Incisivus permanent durchbricht, zum anderen der Unterkiefermolar kariesanfälliger ist als der Oberkiefermolar (36).

Die Fissuren der Rattenmolaren sind transversal,

also in bucco-lingualer bzw. bucco-palatinaler Richtung.

Der erste Molar hat drei, der zweite Molar zwei und der dritte Molar ebenfalls zwei Fissuren. Die Höckerkuppen sind frei von Schmelz, jedoch sind die Fissuren mit Schmelz ausgekleidet. Für die Kariesdiagnostik sind nur die Fissuren als Prädilektionsstellen von Bedeutung, weil die Fissurenkaries am häufigsten und schnellsten aller Läsionsarten auftritt (71).

VI.5. Herstellung der Präparate

Am Ende der Versuchszeit wurden die Tiere geopfert, die Unterkiefer herauspräpariert und 48 Stunden in gepuffertem Neutral-Formalin fixiert. Nach weiterer Einlagerung für 24 Stunden in Wasser wurden die Weichteile entfernt und die Unterkieferhälften getrocknet.

Von den Kieferhälften wurden mit Hilfe der von BÜTTNER und Mitarbeiter (9) beschriebenen Maschine sagittale Serienschliffe von ca. 120 bis 250 µ Dicke angefertigt. Die noch nicht endgültig zertrennten Kieferhälften wurden mehrere Stunden getrocknet.

Die angeschnittenen Unterkieferhälften wurden in ein Glas mit Schiffreagens (Herstellung nach

GRAUMANN) 3 Sekunden lang getaucht, dann sofort unter fließendem Wasser abgespült und getrocknet.

"Gesundes Dentin und gesunder, völlig verkalkter Schmelz bleiben ungefärbt, während kariöse Zahnhartsubstanzen sowie noch nicht vollständig ausgereifter Schmelz sich intensiv rot färben" (38).

Mit Hilfe eines Skalpells wurden dann die Kieferhälften in die Einzelschliffe getrennt, diese auf einen Objektträger - rechte und linke Kieferhälfte nebeneinander, von buccal (unten) nach lingual (oben), Fissur unter Fissur - gelegt und mit einem Klebeband (Tesafilm) fixiert.

VI.6. Auswertung

Die Auswertung erfolgte unter einem Stereo-Mikroskop bei 25 bis 40facher Vergrößerung. Dabei wurde jede Fissur für sich von buccal nach lingual auf den Grad der Karies überprüft; das schwerste Befallsbild wurde notiert.

Die Auswertung wurde von zwei objektiven Personen durchgeführt, die nicht die Gruppenzugehörigkeiten kannten. Ergaben die Resultate keine Einstimmigkeit, so wurde das entsprechende Präparat gemeinsam diskutiert und nachfolgend eingestuft.

Nur der erste und zweite Molar, also zehn Fissuren pro Unterkiefer, wurden bei der Auswertung berücksichtigt, weil der dritte Molar aus anatomischen Gründen infolge seiner Durchbruchzeit (34. bis 43. Lebenstag) ohne Berücksichtigung bleiben mußte.

Die Auswertung erfolgte nach den von KÖNIG (38) beschriebenen vier Läsionsgraden:

- A : Farbreaktion auf den Schmelz beschränkt bei intakter Schmelzoberfläche und nicht angefärbter Schmelz-Dentin Grenze
- B : verstärkte Farbreaktion lediglich an der Schmelz-Dentin Grenze
- C : Farbreaktion gegen okklusal und pulpenwärts der Schmelz-Dentin Grenze
- D : Abhebung des Schmelzes okklusalwärts und pulpawärts; beginnende Kavitation.

Der Läsionsgrad C ist nach LOSSEE und NEMMES (50) sowie KÖNIG, MARTHALER und MÜHLEMANN (35) als frühestes definitives Stadium der Karies bewertet worden.

VII. Ergebnisse und statistische Auswertung

Die Ergebnisse der vier Versuchsreihen sind in den Tabellen I bis IV wiedergegeben.

<u>Versuchsreihe</u>	<u>Anwendung</u>	<u>Anzahl der Ratten</u>	<u>Tabelle</u>
1. Kontrolle	ohne	19	I
2. Aqua dest.	täglich	20	II
3. Chlorhexidin	täglich	20	III
4. Chlorhexidin	alle 3 Tage	20	IV

Dabei wurde der schwerste, diagnostizierte Befallsgrad pro Fissur (10 Fissuren pro Ratte) tabelliert. Die Summation der vier Befallsschweregrade A, B, C, D pro Tier ist in den vier rechten Spalten dargestellt.

Außerdem wurden zur Übersicht die Häufigkeiten der Befallsschweregrade B, C und D in jeder Versuchsreihe von allen Tieren zusammengefaßt. Die Ergebnisse sind in der Tabelle V für alle Befallsschweregrade gemeinsam wiedergegeben.

T a b e l l e I
Diagnostizierte Befunde

Gruppe: " K O N T R O L L E "

Mittlere Gewichtszunahme: 42,9 g

KÄFIG:	TIER:	LINKS				RECHTS				SUMME DER BEFALLS-SCHWEREGRADE							
		M ₂		M ₁		M ₁		M ₂		O	A	B	C	D			
		f	e	c	b	a	a	b	c						e	f	
1	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-			
	2	C	C	C	C	C	C	C	D	C	-	-	-	9	1		
	3	B	D	B	D	C	C	C	C	D	C	-	-	2	5	3	
	4	B	D	B	C	C	C	B	C	B	-	-	-	4	5	1	
	5	B	D	B	C	C	C	C	B	C	C	-	-	3	6	1	
2	1	C	D	B	D	D	C	D	B	D	C	-	-	-	2	3	5
	2	C	C	D	D	C	C	C	C	D	C	-	-	-	-	7	3
	3	C	C	B	C	C	C	C	C	C	B	-	-	-	2	8	-
	4	B	C	B	C	C	C	C	B	C	B	-	-	-	4	6	-
	5	B	D	C	D	C	C	C	B	C	B	-	-	-	3	5	2
3	1	B	C	C	C	C	C	C	C	C	C	-	-	-	1	9	-
	2	C	C	B	C	C	C	D	B	D	B	-	-	-	3	5	2
	3	B	D	B	C	C	C	C	B	C	B	-	-	-	4	5	1
	4	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	-	-	-	-	10	-
	5	C	C	C	C	C	C	C	C	D	B	-	-	-	1	8	1
4	1	C	C	B	C	C	C	C	D	B	-	-	-	2	7	1	
	2	C	C	C	C	C	C	C	C	C	-	-	-	-	10	-	
	3	C	C	C	C	C	C	C	B	C	C	-	-	-	1	9	-
	4	C	C	C	C	C	C	C	B	C	C	-	-	-	1	9	-
	5	B	C	C	C	C	C	C	C	C	B	-	-	-	2	8	-

gesamt: - - 35 134 21

T a b e l l e I I
D i a g n o s t i z i e r t e B e f u n d e

Gruppe: " A Q U A D E S T . T Ä G L I C H "

Mittlere Gewichtszunahme: 34,9 g

KÄFIG:	TIER:	LINKS		RECHTS		SUMME DER BEFALLS- SCHWEREGRADE				
		M ₂	M ₁	M ₁	M ₂	O	A	B	C	D
		f	e	c	b					
1	1	B	C	B	D	C	B	B	B	B
	2	B	D	B	D	D	C	C	B	C
	3	B	C	C	C	C	C	B	C	B
	4	B	C	B	C	C	C	B	C	B
	5	B	C	B	D	B	B	D	B	C
2	1	B	C	B	C	C	C	D	B	D
	2	B	D	B	D	C	C	C	B	C
	3	B	C	B	C	C	C	B	C	C
	4	B	C	B	C	C	C	B	C	B
	5	B	C	B	C	B	C	C	B	C
3	1	B	C	C	D	C	C	D	C	C
	2	B	C	B	C	C	B	C	B	C
	3	D	C	B	C	C	B	C	B	C
	4	C	C	B	C	B	B	C	B	C
	5	B	C	B	C	B	B	C	B	C
4	1	B	C	B	C	B	B	C	C	C
	2	C	C	B	C	C	C	B	C	B
	3	B	D	B	D	B	B	C	B	C
	4	B	D	B	C	C	C	C	B	D
	5	B	C	B	C	C	C	B	C	B

gesamt: - - 85 96 19

Tabelle III

Diagnostizierte Befunde

Gruppe: "CHLORHEXIDIN TÄGLICH"

Mittlere Gewichtszunahme: 35,7 g

KÄFIG:	TIER:	LINKS		RECHTS		SUMME DER BEFALLS- SCHWEREGRADE				
		M ₂	M ₁	M ₁	M ₂	O	A	B	C	D
		f	e	c	b					
1	1	B	C	B	C	C	C	B	C	B
	2	B	C	B	C	B	B	C	B	D
	3	B	B	B	B	B	B	C	B	B
	4	B	C	B	C	B	B	B	D	B
	5	B	D	B	D	C	B	C	B	C
2	1	B	C	B	C	C	B	C	B	B
	2	B	C	B	C	C	C	B	C	B
	3	B	D	B	C	C	C	B	D	B
	4	B	D	B	D	C	B	C	B	D
	5	B	D	B	D	B	C	C	B	C
3	1	B	C	B	C	C	C	B	C	B
	2	B	D	B	C	C	C	B	C	B
	3	B	C	B	C	B	C	C	B	C
	4	B	D	B	B	B	B	C	B	C
	5	B	D	B	C	C	B	C	B	D
4	1	B	C	B	C	C	D	C	B	D
	2	B	C	B	C	C	B	C	B	C
	3	B	C	B	C	C	B	D	B	C
	4	B	C	B	C	C	D	D	B	D
	5	B	C	B	C	C	B	C	B	C

gesamt: - - 101 76 23

Tabelle IV

Diagnostizierte Befunde

Gruppe: "CHLORHEXIDIN alle 3 TAGE"

Mittlere Gewichtszunahme: 36,3 g

KÄFIG:	TIER:	LINKS		RECHTS		SUMME DER BEFALLS- SCHWEREGRADE										
		M ₂	M ₁	M ₁	M ₂	O	A	B	C	D						
		f	e	c	b						a	a	b	c	e	f
1	1	B	C	B	C	B	C	D	B	B	D	-	-	5	3	2
	2	B	C	B	C	D	C	C	B	C	B	-	-	4	5	1
	3	B	C	B	C	B	C	C	B	C	B	-	-	5	5	-
	4	B	C	B	C	C	C	D	B	D	B	-	-	4	4	2
	5	B	D	B	C	C	C	C	B	C	B	-	-	4	5	1
2	1	B	C	B	C	C	C	C	B	C	B	-	-	4	6	-
	2	B	C	B	C	C	C	C	B	C	B	-	-	4	6	-
	3	B	C	B	C	D	C	C	B	C	B	-	-	4	5	1
	4	B	C	B	C	C	C	C	B	C	B	-	-	4	6	-
	5	B	C	B	C	C	C	C	A	C	B	-	1	3	6	-
3	1	B	C	B	C	C	D	C	B	C	B	-	-	4	5	1
	2	B	C	B	C	C	C	C	D	C	B	-	-	3	6	1
	3	B	C	B	C	C	C	C	B	C	B	-	-	4	6	-
	4	B	C	B	C	C	C	C	B	C	B	-	-	4	6	-
	5	B	C	B	C	B	C	C	C	B	D	B	-	5	4	1
4	1	B	C	B	C	C	C	C	B	C	B	-	-	4	6	-
	2	B	C	B	C	C	C	C	B	C	B	-	-	4	6	-
	3	B	C	B	C	C	C	C	B	C	B	-	-	4	6	-
	4	B	C	B	C	C	C	C	B	C	B	-	-	4	6	-
	5	B	C	B	C	C	C	C	B	C	B	-	-	4	6	-

gesamt: - 1 81 108 10

T a b e l l e V

Gesamt - Befallsschweregrade aller Fissuren

Gruppe	Kontrolle	Aqua dest. täglich	Chlorhexidin täglich	Chlorhexidin alle 3 Tage
Karies- stadium				
B	35 ≈18,4%	85 ≈42,5%	101 ≈50,5%	82 ≈41,0%
C	134 ≈70,5%	96 ≈48,0%	76 ≈38,0%	108 ≈54,0%
D	21 ≈11,1%	19 ≈9,5%	23 ≈11,5%	10 ≈5,0%

Da nur bei einem Tier in der Gruppe "Chlorhexidin alle drei Tage" an einer Fissur ein Befallsschweregrad A diagnostiziert wurde, kann dieser mit dem Befallsschweregrad B zusammengezählt werden.

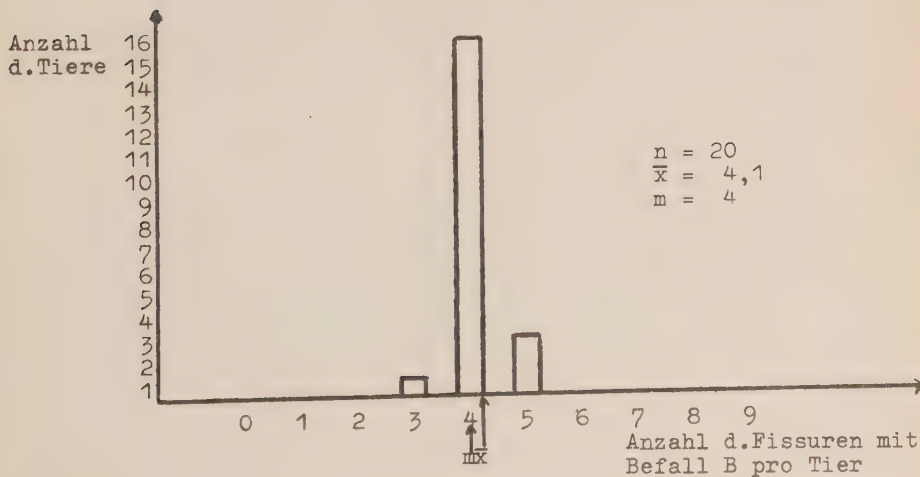
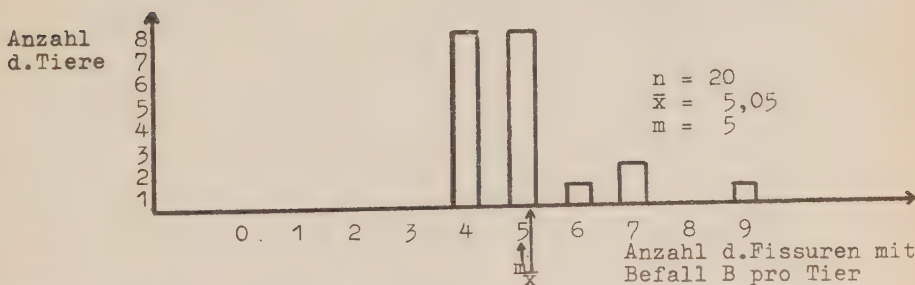
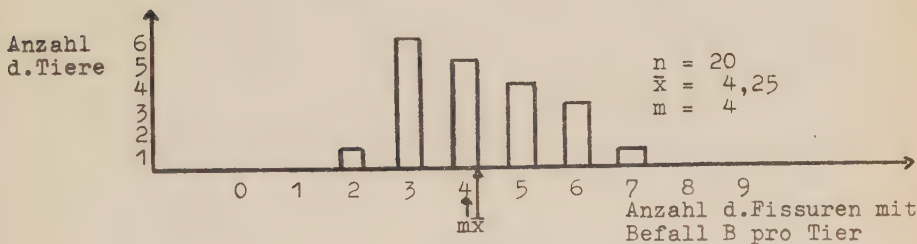
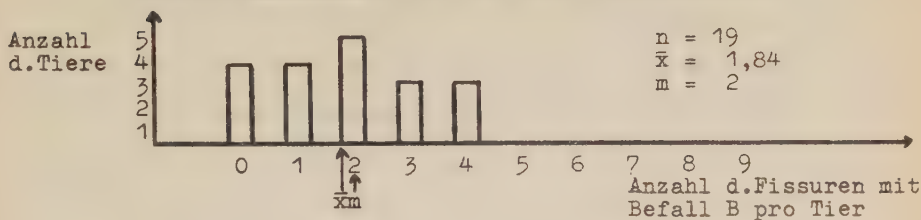
Es wurden ferner für jede Fissur eine Tafel (d.h. 10 Tafeln insgesamt; siehe Anhang Tabelle VI) nach den Kariesstadien und den einzelnen Versuchsgruppen aufgestellt. Diese Ergebnisse bezogen sich nur auf das Auftreten der Karies in den einzelnen Fissuren. Die statistische Auswertung dieser Kontingenztafeln mittels χ^2 war jedoch nicht möglich, da Erwartungswerte $\leq 0,5$ auftraten.

Um eine gesicherte statistische Aussage über den Erfolg der verschiedenen Putzeffekte zu machen, genügt eine Analyse des Auftretens der Häufigkeiten pro Tier des Kariesstadiums B. Diese Häufigkeiten für die vier Versuchsreihen sind graphisch in der Abbildung auf Seite 39 dargestellt.

Mit Hilfe des Kruskal-Wallis-Tests wurden die Medianwerte dieser Häufigkeiten für die verschiedenen Versuchsgruppen miteinander verglichen. Die berechnete Testgröße T

$$T = \frac{12}{n(n+1)} \cdot \sum_{i=1}^k \frac{R_i^2}{n_i} - 3(n+1)$$

Graphische Darstellung der Häufigkeiten des Kariesbefalls B pro Tier für die vier Versuchsreihen



betrug 37,65. Die 99% Sicherheitsgrenze der χ^2 -Verteilung mit $k-1 = 3$ Freiheitsgraden liegt bei 11,3. Daraus läßt sich schließen, daß die Mittelwerte sich signifikant voneinander unterscheiden.

Mit Hilfe der statistischen Auswertung sollte festgestellt werden, ob auf Sachlichkeit beruhende Unterschiede im Kariesbefall zwischen den verschiedenen Versuchsgruppen bestehen, und ob diese Unterschiede nur auf Zufälligkeit beruhen (32).

VIII. Diskussion der Ergebnisse

Aufgrund der in Tabelle I bis IV beobachteten Häufigkeiten ist eine Aussage über die drei verschiedenen Kariesstadien B, C und D möglich. Diese Ergebnisse lassen einmahl Schlüsse über den Kariesbefall der einzelnen Fissuren innerhalb der Gruppen zu und zum anderen kann dadurch auch ein Vergleich zwischen den einzelnen Versuchsgruppen angestellt werden.

Wie dem Ergebnis des Kruskal-Wallis-Tests zu entnehmen ist, unterscheiden sich die Medianwerte der Häufigkeiten des Auftretens des Kariesstadiums B auf dem 1% Niveau der Irrtumswahrscheinlichkeit

voneinander. Deshalb ist die Nullhypothese, d.h. daß die Versuchsreihen aus derselben Gesamtheit stammen, abzulehnen. Der Versuchsausgang spricht also zugunsten der tatsächlichen Wirkung der verschiedenen Putzeffekte. Die auftretenden Häufigkeiten des Kariesbefalls B in der Reihe "Kontrolle" liegen niedriger als in der Reihe "Chlorhexidin täglich". Dies Ergebnis ist nur verständlich mit den bei Kariesbefall C (siehe entsprechenden unten aufgeführten Abschnitt) auftretenden Verhältnissen.

Die Reihe "Aqua destillata" und "Chlorhexidin alle drei Tage" unterscheiden sich in ihren Häufigkeiten für das Kariesstadium B nicht voneinander, so daß anzunehmen ist, daß der Putzeffekt mit Aqua destillata täglich oder mit Chlorhexidin alle drei Tage der gleiche ist. Gegenüber der Kontrolle jedoch unterscheiden sich die beiden Reihen, wenn auch nicht in der gleichen Intensität wie die Reihe "Chlorhexidin täglich". Der Erfolg des Putzens mit beiden Applikationsstoffen ist offensichtlich.

Bei Kariesbefall C liegen die Verhältnisse bei den beiden Versuchsreihen "Kontrolle" und "Chlorhexidin täglich" genau umgekehrt wie beim Kariesbefall B vor. In der Kontrolle ist der Kariesbefall C stark

gegenüber dem Befall in der Reihe "Chlorhexidin täglich" erhöht, d.h., betrachtet man die Häufigkeiten der beiden Kariesstadien B und C gemeinsam, so kann folgendes konstatiert werden: In der Kontrollgruppe tritt mehr Kariesbefall C als Kariesbefall B auf, während die Reihe "Chlorhexidin täglich" weniger Kariesbefall C als B zeigt.

Gliedert man den Schweregrad der Karies auf, so steigt dieser von Stadium A über B und C zum schwersten Stadium D immer weiter an. Beim höchsten Schweregrad D müssen deshalb erst die Schweregrade A, B und C durchlaufen werden.

Folglich zeigt die Gruppe "Chlorhexidin täglich" gegenüber der "Kontrolle" einen leichteren Kariesbefall. Damit ist die hemmende Wirkung des Chlorhexidins, täglich einmal lokal appliziert, für den Kariesbefall offensichtlich.

Bei den Reihen "Aqua destillata" und "Chlorhexidin alle drei Tage" ist das Verhältnis der auftretenden Häufigkeiten des Kariesbefalls C zum Kariesbefall B fast gleich. Beide Gruppen unterscheiden sich jedoch (wie der Kariesbefall B) von der "Kontrolle". Also auch hier eine feststehende positive Wirkung des Putzens, sei es mit Aqua destillata täglich oder mit Chlorhexidin alle drei Tage.

Die vier Versuchsreihen unterscheiden sich im Kariesstadium D nicht voneinander. Das mag einmal damit zusammenhängen, daß der Versuch nach drei Wochen abgeschlossen wurde. Das Stadium D hatte nicht genügend Zeit, sich auszubilden. Zum anderen kommt es bei der Herstellung der Serienschliffe zu Artefakte in den Fissuren. Diese Präparate, bei denen die Abhebung des Schmelzes vom Dentin deutlich sichtbar ist, werden zum Kariesstadium D gezählt.

Die Versuchsergebnisse zeigen einmal die schon bekannte Wirkung des Putzeffektes. Allein die mechanische Reinigung, die Entfernung der Plaques ohne Zusatz von chemischen Stoffen, reduziert den Kariesbefall.

Zum andern konnte die nach 24 Stunden nachlassende Wirkung des Chlorhexidins bestätigt werden (49). Erhöhter Trinkwasserbedarf und erhöhter, im Versuch beobachteter Speichelfluß aufgrund des bitteren Geschmacks von Chlorhexidin, tragen wahrscheinlich schnell zur Eliminierung des Chlorhexidins bei. Es konnte weiterhin die für den Versuch wesentlichste Feststellung getroffen werden, daß Chlorhexidin die Kariogenese beeinflusst.

Der Einfluß von Chlorhexidin auf die Bakterienverhältnisse und -relationen wurde in dieser Arbeit nicht überprüft.

Über die Toxizität kann keine Aussage gemacht werden, da die Futtermenge nicht gewogen wurde. Der Vergleich der durchschnittlichen Gewichtszahlen der Chlorhexidin-Gruppen mit der Aqua destillata-Gruppe läßt jedoch den Schluß zu, daß Chlorhexidin nicht toxisch ist, weil die Gewichtszahlen gleich sind.

IX. Zusammenfassung

In der vorliegenden tierexperimentellen Untersuchung sollte der Einfluß von Chlorhexidin auf den Kariesbefall der Rattenzähne geprüft werden. Verwendet wurden 80 Osborne-Mendel Ratten im Alter von 21 Tagen.

2%iges Chlorhexidin und zum Vergleich Aqua dest. wurden drei Wochen lang täglich bzw. jeden dritten Tag für die Dauer von 15 Sekunden pro Unterkiefer lokal appliziert.

Als Nahrung diente die kariogene Stephanskost 580, die vom ersten Versuchstag an gegeben und für die Dauer von zwei Stunden nach der Applikation ent-

zogen wurde.

Die Herstellung und die histologische Auswertung der Präparate erfolgte in Anlehnung an KÖNIG (38).

Die unterschiedliche Anzahl der Kariesstadien B der verschiedenen Gruppen wurden mit Hilfe des Kruskal-Wallis-Tests statistisch ausgewertet, d.h. die Medianwerte der vier verschiedenen Versuchsreihen "Kontrolle", "Aqua dest.", "Chlorhexidin täglich" und "Chlorhexidin alle drei Tage" für das Kariesstadium B wurden mit Hilfe des Kruskal-Wallis-Tests miteinander verglichen. Es zeigt sich, daß die Medianwerte auf dem 1% Niveau der Irrtumswahrscheinlichkeit voneinander verschieden sind. Daraus kann gefolgert werden, daß die mechanische Reinigung der Zähne eine Kariesreduzierung herbeiführt, wobei die größten Unterschiede in den Befallshäufigkeiten zwischen der Kontrolle (unbehandelte Zähne) und der mit Chlorhexidin täglich behandelten Rattenzähne auftraten. Bei der "Chlorhexidin täglich" Reihe war der Kariesbefall C gegenüber der "Kontrolle" stark reduziert. In Anbetracht der gesicherten Unterschiede kann man folgern, daß 2%iges Chlorhexidin täglich einmal auf Rattenmolaren appliziert, einen Einfluß auf den Kariesbefall ausübt.

Zwischen der Gruppe "Aqua destillata" und der Gruppe "Chlorhexidin alle drei Tage" kann kein Unterschied in den Kariesbefallshäufigkeiten festgestellt werden. Das deutet darauf hin, daß die Wirkung beider Substanzen, Aqua destillata täglich und Chlorhexidin alle drei Tage appliziert, die gleiche ist.

Herrn Professor Dr. Dr. W. Ketterl möchte ich für die Überlassung des Themas und freundliche Unterstützung danken.

Herrn Dr. A. Fessler, Oberarzt der konservierenden Abteilung der Zahn-, Mund- und Kieferklinik Mainz, sowie Frau Diplom Physikerin I. Hahn vom Institut für Medizinische Statistik und Dokumentation danke ich für die Beratung und Korrektur der Arbeit.

X. Literaturverzeichnis

1. ATKINSON, A.M., HAMPSON, E.
Sterilization of root canals
Brit.dent.J. 117, 526 (1964)
2. BIRCH, R.H., MELVILLE, T.H., NEUBERT, R.W.
A comparison of root canal and apical lesion
flora
Brit.dent.J. 116, 350 (1964)
3. BJÖRN, H., CARLSON, J.
Observation of a dental plaque morphogenesis
Odont.Revy 15, 23 (1964)
4. BLACK, G.V., MC.KAY, F.S.
An investigation of mottled teeth. An endemic
developmental imperfection of the enamel of
the teeth heretofore unknown in the literature
of dentistry.
Dent.Cosmos 58, 477 (1916)
5. BRAMSTEDT, F., NAUJOKS, R.
Über die Natur der von Streptokokken syntheti-
sierten Polysaccharide
Adv.Fl.Res.and Dent.Car.Prev. 3, 179 (1965)
6. BRITISH PHARMACOPEIA
Drugs and pharmaceutical adjuvants
Pharmaceutical Pr., London 1968
7. BRUDEVOLD, F., MESSER, A.C.
Seeding effect of HA in calcifying solutions
containing different levels of fluoride
J.dent.Res. 40, 728 (1961)
8. BRUDEVOLD, F.
The role of fluorides in tooth chemistry and
in the prevention of dental caries
zitirt nach: Handbuch der experimentellen
Pharmakologie, hrsg.v.A.HEFFTER u. W.HEUBNER
1.Aufl., Springer, Berlin, Heidelberg, New York
1966
9. BÜTTNER, W., CREMER, H.D., HERMANN, M.
Kariesdiagnostik an Zahnschliffen bei der Ratte
Dtsch.zahnärztl.Z. 11, 984 (1956)
10. BURNET, G.W., SCHERP, H.W.
Oral microbiology and infectious disease,
3rd.Ed., Williams and Wilkins, Baltimore
273, 1968

11. CIMASONI, G.
Fluoride and enzymes
zitiert nach: VISCHER, T.L., Fluoride in medicine
Huber, Bern 1970
12. COLMANN, G.T.
Uncooked fruit and vegetables in relation to the
teeth
Dent.Cosmos 69, 286 (1927)
13. COX, G.F.
Experimental dental caries in animals
zitiert nach: TOVERUD, G., A survey of the lite-
rature of dental caries
National Research Council 225, 55 (1952)
14. DAVIS, G.E. und Mitarbeiter
6-di-4 dichlorophenyldiguanidohexane (Hibitane).
Laboratory investigation of a new antibacterial
agent of high potency
Brit.J.Pharmacol. 9, 192 (1954)
15. DAVIS, S.B. und Mitarbeiter
The effect of topical application of chlorhexi-
dine on the bacterial colonization of the teeth
and gingiva
J.periodont.Res. 5, 96-101 (1970)
16. DEAN, H.T., ARNOLD, F.A.
Domestic water and dental caries
Publ.Hlth.Rep.(Wash.) 57, 1155 (1942)
17. MC.DONALD
Microbiology of caries
zitiert nach: KÖNIG, K.G., Karies und Kariespro-
phylaxe
Goldmann, München 1971
18. EGELBERG, J.
A review of the development of dental plaque
zitiert nach: MC.HUGH, Dental Plaque, Livingstone
Dundee 1969, 9 f
19. FISCHER, G., SANTO, E.
Die Mundflora im Lichte neuer Erkenntnisse, Bd. 1
Lege Artis, Stuttgart 1955
20. GISH, C.W. und Mitarbeiter
A new approach to the topical application of
fluorides for the reduction of dental caries
in children
J.Dent.Child. 29, 65 (1962)

21. GJERMO, P., BAASTAD, K.F.
The plaque-inhibitory capacity of eleven
antibacterial compounds
J.periodont.Res. 5 (1970)
22. GRAHAM, P.A.
Clinical trial of chlorhexidine and diamino-
diphenylsulphone in superficial ocular in-
fections
Brit.J.Ophthal 44, 761 (1960)
23. GRANT, J.C., FINDLAY, J.C.
Local treatment of burns and scalds using
chlorhexidine
Lancet 1957, 1, 862
24. GUSTAFSON, B.E. und Mitarbeiter
The effect of different levels of carbohy-
drate intake of caries activity in 436
individuals observed for five years
Acta.odont.scand. 11, 195 (1954)
25. HEUSER, H., SCHMIDT, H.F.M.
Zahnkariesprophylaxe durch Tiefenimprä-
gierung des Zahnschmelzes mit Fluor-Lack
Stoma 21, 91 (1968)
26. HEUSER, H.
Klinik der Zahn-, Mund- und Kieferkrankheiten
Hüthig, Heidelberg 1971
27. VAN HOUTE, J.
Iodophilic polysaccharide in bacteria from the
dental plaque
Med.Diss.Utrecht 1967
28. HUGO, W.B., LONGWORTH, A.R.
The effect of chlorhexidine on the dectropho-
retic mobility, cytoplasmatic constituents,
dehydrogenase activity and cell walls of
Escherichia coli and Staphylococcus aureus
J.Pharm.Pharmacol. 18, 569 (1966)
29. KABACK, H.R.
The transport of glucose in cells
Transport. Ann. Rev. Biochem. 39, 561 (1970)
30. KANAPKA, J.A., HAMILTON, J.R.
Fluoride effect on glucose-6-P formation and
on enolase in cells of Streptococcus salivarius
zitiert nach: KÖNIG, G.K., Karies und Kariespro-
phylaxe
Goldmann, München 1971, 159

31. KEYES, P.H.
Recent advances in dental caries research.
Bacteriology. Bacteriological findings and
biological implications
Int.dent.J. 443 (1962)
32. KOLLER, S.
Neue graphische Tafeln zur Beurteilung
statistischer Zahlen
Steinkopff, Darmstadt 1969
33. KNAPPWOST, A.
Grundlagen der kariesprophylaktischen
Wirkung von lokal angewandten und inner-
lich verabreichten Fluorsalzen
Dtsch.zahnärztl.Z. 23, 115 (1968)
34. KNUTSON, J.W.
An evaluation of the Grand Rapids water
fluoridation project
zitiert nach: MC.CLURE, Fluoride Drinking Waters
US.Publ.Hlth.Serv.Publication 825, 213 (1962)
35. KÖNIG, K.G., MARTHALER, Th., MÜHLEMANN, H.R.
Zur Planung und Auswertung tierexperi-
menteller Kariesstudien
Schweiz.Mschr.Zahnheilk. 67, 755 (1957)
36. KÖNIG, K.G., MARTHALER, Th., MÜHLEMANN, H.R.
Methoden der kurzfristig erzeugten Rattenkaries
Dtsch.Zahn-, Mund- u. Kieferheilk. 29, 99 (1958)
37. KÖNIG, K.G.
Pharmakologie und Toxikologie des Fluors in
seiner kariesprophylaktischen Anwendung
Z.Präv.-Med. 8, 241 (1963)
38. KÖNIG, K.G.
Möglichkeiten der Kariesprophylaxe beim
Menschen und ihre Untersuchung im kurz-
fristigen Rattenexperiment
Huber, Bern 1966
39. KÖNIG, K.G.
Kariesprophylaxe
Praxis der Zahnheilkunde 1,
Urban u. Schwarzenberg, München/Berlin/Wien 1968
40. KÖNIG, K.G.
Karies und Kariesprophylaxe
Goldmann, München 1971

41. KUSCHINSKY, G., LÜLLMANN, H.
Kurzes Lehrbuch der Pharmakologie
1. Aufl., Thieme, Stuttgart 1964
42. KWANT, G.W. und Mitarbeiter
Fluoridetoeroeging aan drinkwater -Culemborg-
Ned.Tijdschr.v.Tandheelk. 76, 281 (1969)
43. LAMMERS, Th.
Kariesprophylaxe mit antibakteriellen und
antienzymatischen Wirkstoffen
Öst.Z.Stomat. 52, 461 (1955)
44. LINDHE, J. und Mitarbeiter
Influence of topical application of chlorhexi-
dine on chronic gingivitis and gingival wound
healing in the dog
Scand.J.Res. 78, 471 (1970)
45. LINDHE, J. und Mitarbeiter
Effect of local applications of chlorhexidine
on oral mucosa of the hamster
J.periodont.Res. 5, 177 (1970)
46. LÖE, H., THEILADE, E.
Experimental gingivitis in man
J.periodont.Res. 36, 177 (1965)
47. LÖE, H.
Present day status and direction for future
research on the etiology and prevention of
periodontal disease
J.Periodont. 4, 678; 8, 682 (1969)
48. LÖE, H., SCHIÖTT, C.R.
The effect of suppression of the oral
microflora upon the development of dental
plaque and gingivitis
zitiert nach: MC.HUGH, Dental Plaque, Living-
stone, Edingburgh 1970, 247
49. LÖE, H., SCHIÖTT, C.R.
The effect of mouthrinses and topical appli-
cation of chlorhexidine on the development of
dental plaque and gingivitis in man
J.periodont.Res. 5, 79 (1970)
50. LOSSEE, F.L., NEMMES, J.L.
Human type caries distribution in Osborne-
Mendel rats kept on heated skin milk powder diet
Proc.Soc.exp.Biol.(N.Y.) 87, 429 (1954)

51. MARTHALER, Th.
Kariesstatistische Resultate der TWF im bleibenden Gebiß und was sie von der Salzfluoridierung erwarten lassen.
Schweiz.Mschr.Zahnheilk. 70,315 (1960)
52. MARTHALER, Th.
Zur Frage des Fluorvollsalzes
Schweiz.Mschr.Zahnheilk. 71,671 (1961)
53. MARTHALER, Th., SCHENARDI, C.
Inhibition of caries in children after 5,5 years use of fluoridated table salt
Helv-odont.Acta 6,1 (1962)
54. MARTHALER, Th.
Karieshemmung nach fünf Jahren Gebrauch einer Aminfluoridzahnpaste
Schweiz.Mschr.Zahnheilk. 75,509 (1965)
55. MARTHALER, Th., FROESCH, E.R.
Ist Weißbrot kariogen?
Zahnstatus von Individuen mit Hereditärer Fruktose-Intoleranz
Schweiz.Mschr.Zahnheilk. 77.630 (1967)
56. MILLER, W.D.
Die Mikroorganismen der Mundhöhle
Thieme, Leipzig 1889
57. MÜHLEMANN, H.R. und Mitarbeiter
Organische Fluoride
Schweiz.Mschr.Zahnheilk. 70,1037 (1960)
58. MÜHLEMANN, H.R., MARTHALER, T.M.
Über den Wettlauf verschiedener Methoden zur Fluorprophylaxe der Zahnkaries
Schweiz.Mschr.Zahnheilk. 72,511 (1962)
59. MÜHLEMANN, H.R.
Die Kariesprophylaktische Wirkung der Aminfluoride
Quintess.zahnärztl.Lit., Referat Nr. 3192, 1967
60. NAUJOKS, R.
Ursachen der Zahnkaries
Praxis der Zahnheilkunde 2,
Urban u. Schwarzenberg, München/Berlin/Wien 1968
61. NEFF, D.
Die Säureproduktion aus verschiedenen Kohlenhydratquellen in der menschlichen Zahnpflege in situ
Med.Diss.Zürich 1967

62. PILZ, W., PLATHNER, C.H., TAATZ, H.
Grundlagen der Kariologie und Endodontie
Hanser, München 1969
63. POILEY, S.M.
History and information concerning the rat colonies
Proc.Symp.Columbia Univ., New York 1952
64. RANKE, E. und B.
Zur Bedeutung verschiedener Plaque-Streptokokken für die Karies
Dtsch.zahnärztl.Z. 25, 270 (1970)
65. RINDOM, C. und Mitarbeiter
The effect of chlorhexidine mouth-rinses on the human oral flora
J.periodont.Res. 5, 84 (1970)
66. RÖLLA, G. und Mitarbeiter
The affinity of chlorhexidine for hydroxy-apatite and solivary mucins
J.periodont.Res. 5, 90 (1970)
67. SCHÜLE, H.
Medizinisches Rezepttaschenbuch, 1.Aufl.
Barth, München 1962
68. SCHROEDER, H.E.
Formation and inhibition of dental calculus
Huber, Bern 1969
69. SCHÜTZEMANNISKY
zitiert nach: PILZ, PLATHNER, TAATZ, Grundlagen der Kariologie und Endodontie
Hanser, München 1969
70. STELLING, E., GUSTAFSON, G.
Experimental dental caries in animals.
Odont.T. 60, 25 (1952)
71. STEPHAN, R.M., HARRIS, M.R.
Location of experimental caries on different tooth surfaces in the Norway rats
zitiert nach: KÖNIG, K.G., Möglichkeiten der Kariesprophylaxe beim Menschen und ihre Untersuchung im kurzfristigen Rattenexperiment
Huber, Bern 1966, 57
72. SYRRIST, A.
A Seven-Year report on the effect of topical applications of sodium fluoride on dental caries
Odont.Revy. 2, 386 (1956)

73. TORELL, P., ERICSON, Y.
Two-year clinical tests with different methods
of local caries-preventive fluorine application
in swedish school-children
Acta.odont.scand. 23, 287 (1965)
74. TOTH, K.
Increment of dental caries over two years of
fluoridation of domestic salt
Caries Res. 4, 293 (1970)
75. WESPI, H.
Kariesprophylaxe mit fluoridiertem Salz
Bull.schweiz.Akad.med.Wiss. 12, 477 (1956)
76. WIRZ, R.
Ergebnisse eines Großversuches mit
fluorierter Milch in Winterthur
Schweiz.Mschr.Zahnheilk. 74, 767 (1964)
77. ZIEGLER, E.
Über die Milchfluoridierung
Bull.schweiz.Akad.med.Wiss. 12, 466 (1956)

T a b e l l e VI

Fissuren des l i n k e n Unterkiefers

	Tafel 1 Fissur f	Tafel 2 Fissur e	Tafel 3 Fissur c	Tafel 4 Fissur b	Tafel 5 Fissur a
Gruppe	1 2 3 4	1 2 3 4	1 2 3 4	1 2 3 4	1 2 3 4
Karies- stadium					
B	8 17 20 20	- - 1 -	9 18 20 20	- - 2 -	- 6 6 3
C	11 2 - -	13 16 12 19	9 2 - -	15 14 15 20	18 13 14 15
D	- 1 - -	6 4 7 1	1 - - -	4 6 3 -	1 1 - 2
gesamt:	19 20 20 20	19 20 20 20	19 20 20 20	19 20 20 20	19 20 20 20

Fissuren des r e c h t e n Unterkiefers

	Tafel 6 Fissur a	Tafel 7 Fissur b	Tafel 8 Fissur c	Tafel 9 Fissur e	Tafel 10 Fissur f
Gruppe	1 2 3 4	1 2 3 4	1 2 3 4	1 2 3 4	1 2 3 4
Karies- stadium					
B	- 8 11 -	- 2 1 -	9 17 20 19	- 1 1 1	9 16 19 19
C	19 12 7 19	17 15 17 18	10 3 - -	12 17 11 17	10 2 - -
D	- - 2 1	2 3 2 2	- - - 1	7 2 8 2	- 2 1 1
gesamt:	19 20 20 20	19 20 20 20	19 20 20 20	19 20 20 20	19 20 20 20

L e b e n s l a u f

Am 30. Mai 1946 wurde ich, Werner Müller, als Sohn des Kaufmanns Werner Müller und seiner Ehefrau Charlotte, geb. Bahrmann, in Roßlau/Elbe geboren.

Vom 1. September 1952 bis Anfang Juni 1956 besuchte ich die "Friedrich-Schiller"-Volksschule in Magdeburg.

Ab September 1956 war ich Schüler der "Berthold-Otto"-Jugendsportoberschule in Magdeburg, die ich bis Juni 1958 besuchte.

Von August 1958 bis zur Reifeprüfung am 8. Februar 1966 war ich Schüler des "Albert-Schweitzer"-Gymnasiums in Kassel.

Vom 4. April 1966 bis 4. April 1968 habe ich meinen Wehrdienst bei der Bundeswehr abgeleistet.

Ab April 1968 bis Anfang Oktober 1968 war ich Praktikant im Praxislabor von Herrn Dr. J. Schuchardt in Kassel tätig.

Zum Winter-Semester 1968 wurde ich an der "Johannes-Gutenberg"-Universität in Mainz für das Fach Zahnmedizin immatrikuliert. Hier bestand ich im März 1971 die zahnärztliche Vorprüfung.

